
**Nieuwe beheer- en onderhoudsfilosofie
Rijkswaterstaat
Multi-functionele benadering als
uitgangspunt**

gepubliceerd in:

Land + Water

jaargang 38, nummer 10, pag. 26-29, 1998

Auteurs: E.E. Ariëns
J.M. van Noordwijk

ISBN 90-77051-04-X

Nieuwe beheer- en onderhoudsfilosofie Rijkswaterstaat

Multi-functionele benadering als uitgangspunt

E.E. Ariëns¹ en J.M. van Noortwijk²

Inleiding

Vanwege de toenemende omvang van de Nederlandse natte infrastructuur wordt de aandacht voor het beheer en onderhoud hiervan steeds belangrijker. Zo zullen onder andere de versterkte zeedijken en grote civieltechnische kunstwerken als sluiscomplexen en stormvloedkeringen in de toekomst optimaal moeten worden beheerd en onderhouden. Verder zijn de meeste Nederlandse waterbouwkundige kunstwerken aangelegd dan wel verbeterd vlak voor of vlak na de Tweede Wereldoorlog. De jaarlijkse kosten van onderhoud aan deze kunstwerken zullen naar verwachting toenemen van ruwweg 200 miljoen gulden in 1997 naar ordegrrootte 400 miljoen gulden in 2040.

Achtergrond nieuwe beheer- en onderhoudsfilosofie

Rijkswaterstaat is sinds enkele jaren bezig met het invoeren van een nieuwe beheer- en onderhoudsfilosofie.

Het uitgangspunt bij deze filosofie is het centraal stellen van de gebruiksfuncties van de infrastructuur. Vanuit deze gebruiksfuncties, en de landelijke afstemming daartussen, worden de eisen waar de infrastructuur aan moet voldoen opgesteld. De benodigde beheer- en onderhoudsmaatregelen zijn een afgeleide hiervan. Het verschil met het verleden is, dat de instandhouding van de infrastructuur niet langer als een op zich zelf staand iets benaderd wordt, met het risico dat onderhoud een doel op zich wordt. Kenmerkend voor de oude situatie is een puur technische oriëntatie, waarbij persoonlijke ervaringskennis een bepalende rol speelt. Dit maakt nu plaats voor een oriëntatie op de maatschappelijke behoeften, met een meer objectieve uitwerking naar maatregelen. De opgedane ervaringskennis blijft uiteraard ook in de toekomst een belangrijke basis vormen.

Bovengenoemde ontwikkeling vindt plaats zowel binnen de natte infrastructuur (Beheer Op Peil) als binnen de droge infrastructuur (Wegbeheer 2000). De ontwikkeling krijgt al enkele jaren vorm door het opstellen van regionale en landelijke beheerplannen. In deze plannen wordt veel aandacht besteed aan de onderbouwing van het uit te voeren beheer en onderhoud. Door deze op elkaar afgestemde beheerplannen ontstaat tevens meer doorzichtigheid en eenduidigheid op beheer- en

¹ Waterbouwkundige bij de Hoofdafdeling Waterbouw van de Bouwdienst Rijkswaterstaat te Utrecht.

² Adviseur risico-analyse en veiligheid bij HKV LIJN IN WATER, te Lelystad.

onderhoudsgebied binnen Rijkswaterstaat. Dit laatste is ook een duidelijke wens vanuit de politiek en instanties als de Rekenkamer.

Rijkswaterstaat beoogt aan de hand van deze beheerplannen een overzicht te verkrijgen van de op termijn (over 10 tot 15 jaar) te bereiken doelen en de mate waarin Rijkswaterstaat op dit moment op weg is om deze doelen te realiseren. Tevens verkrijgt men hierbij inzicht in de toekomstige besteding van gelden en de mate waarin deze bestedingen bijdragen aan de kwaliteitsverbetering van de Nederlandse rijksinfrastructuur. De beschikbare (schaarse) financiële middelen, opgenomen in een inzichtelijke productbegroting, kunnen zodoende optimaal worden ingezet. Deze ontwikkelingen zijn dus uitdrukkelijk niet bedoeld als bezuiniging!

In dit artikel wordt ingegaan op de specifieke invulling vanuit de gehele natte infrastructuur zoals die bij Rijkswaterstaat in beheer is.

Stappenplan

De vertaling van beleid, opgenomen in onder andere de Derde (en binnenkort Vierde) Nota Waterhuishouding en het Structuurschema Verkeer en Vervoer, naar maatregelen gebeurt volgens een logische systematiek, het zogenoemde 10-stappenplan. De basis hiervoor is een multi-functionele benadering. Uitgangspunt zijn de verschillende functies die de natte infrastructuur vult: hoofdtransportas, hoofdvaarweg, ecologie en waterkwaliteit, waterkeren, waterafvoer en recreatie.

Het beheersgebied is van grof naar fijn opgedeeld in functioneel samenhangende watersystemen (bijvoorbeeld de Waal), watersysteemdelen (Lobith - Nijmegen) en objecten (een sluis of een oevervak). Per functie wordt het streefbeeld aangegeven, het na te streven kwaliteitsniveau. Deze streefbeelden volgen uit het (landelijke) beleid. Streefbeelden zijn een toegekende vaarwegklasse, een af te voeren hoeveelheid water, een gewenste flora en fauna. Deze streefbeelden worden geconcretiseerd in functie-eisen, zoals een minimale (vaar)diepte, een beschikbaarheidspercentage van de sluis of een bepaalde maatgevende ontwerpwaterstand.

Pakket maatregelen

Als de functie-eisen bekend zijn dan kunnen deze eisen vergeleken worden met de daadwerkelijke situatie. Betreft het nieuwe of zwaardere functie-eisen dan moet men nieuwbouw- of verbetermaatregelen opstellen om aan de veranderde eisen te gaan voldoen. Verbetermaatregelen zijn het verlagen van de drempeldiepte van een sluis of het ophogen van een dijk.

Betreft het functie-eisen waaraan al voldaan wordt dan moet men instandhoudings- en onderhoudsmaatregelen formuleren om op termijn aan de eisen te kunnen blijven voldoen. Het periodiek coaten van een sluisdeur en het weer op diepte baggeren van een deel van de rivier zijn zulke maatregelen.

Het eindresultaat van al deze overwegingen is een compleet pakket met maatregelen, inclusief kosten, gekoppeld aan het functioneren van de natte infrastructuur.

Prioritering

Afhankelijk van het object kunnen de verschillende functies een andere prioriteit hebben. Waterkeren en scheepvaart zijn bij sluizen over het algemeen belangrijker dan recreatie. Op basis van deze prioriteiten-volgorde van de functies kunnen vervolgens de voorgestelde maatregelen afgewogen worden. Daarnaast spelen verschillende scenario's op basis van beleidsoverwegingen een rol. Er kan

bijvoorbeeld voor gekozen worden om het ene watersysteem eerder geheel functioneel op orde te brengen dan het andere.

Alle tien de regionale directies van Rijkswaterstaat nemen jaarlijks hun onderbouwde pakket aan maatregelen op in hun regionale BeheerPlan Nat (BPN). Vervolgens kan op basis hiervan, na gezamenlijke prioritering, het overkoepelende landelijke BPN worden opgesteld, inclusief het voorstel voor de begroting.

Instandhouding

Om aan de functie-eisen te blijven voldoen moeten er instandhoudingsmaatregelen worden geformuleerd. Dit betekent dat bepaald dient te worden welke onderhoudsmaatregelen gepleegd moeten worden en wanneer. Als eerste wordt bekeken welke onderdelen van een object kritiek zijn voor het functioneren ervan. Dit kan afhankelijk van de complexiteit van het object gebeuren door middel van een uitgebreide systeem- en risico-analyse, maar ook op basis van een globale inschatting. Bij het beantwoorden van de vraag wanneer het onderhoud plaats zal moeten vinden, speelt het bepalen van de juiste conditie- of inspectieparameter een belangrijke rol. Voor de onderhoudsmaatregel coaten van een sluisdeur zullen dit de resterende coatingdikte en het roestpercentage zijn. Door middel van inspecties houdt Rijkswaterstaat in de gaten hoe de waarden van de relevante conditie- of inspectieparameters met de tijd veranderen. Voor omvangrijkere kunstwerken zoals sluisen worden de instandhoudingsmaatregelen en de bijbehorende inspecties per onderdeel uiteindelijk gebundeld tot een onderhouds- en inspectieplan voor het betreffende kunstwerk.

Onderhoudsvormen

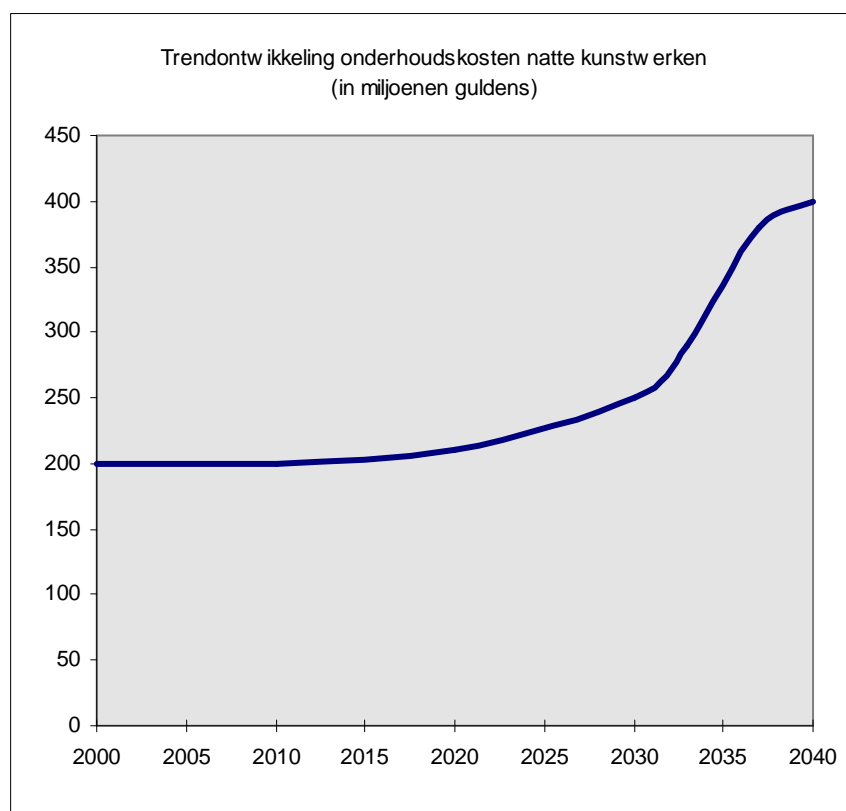
Als tijdens het inspecteren blijkt dat een constructie niet meer voldoet aan zijn belangrijkste functie-eisen, dan is er sprake van falen en moet er worden ingegrepen. Over het algemeen zal falen meestal moeten worden voorkomen door middel van preventief onderhoud. Hierbij zijn twee manieren van falen te onderscheiden: normfalen en fysiek falen. Normfalen treedt op bij het overschrijden van een van te voren vastgestelde faal- of veiligheidsnorm. Fysiek falen treedt op bij het bezwijken of daadwerkelijk kapot gaan van een constructie(onderdeel).

Het is gebruikelijk om onderhoud te definiëren als het geheel van activiteiten, waarmee de functionele kwaliteit van een constructie(onderdeel) weer wordt verhoogd tot het gewenste kwaliteitsniveau. Hierbij zijn inspecties, reparaties, vervangingen en levensduurverlengende maatregelen mogelijke onderhoudsacties. Door levensduurverlengende maatregelen kan de veroudering worden vertraagd, waardoor het moment van falen wordt uitgesteld en waarmee dus de levensduur van een objectonderdeel wordt verlengd. Het bijwerken van roestplekjes bij geconserveerde sluisdeuren valt in deze categorie.

Globaal zijn er twee typen onderhoud te onderscheiden, namelijk correctief onderhoud na falen en preventief onderhoud voor falen. Preventief onderhoud is te prefereren boven correctief onderhoud indien de kosten van correctief onderhoud wegens de gevolggkosten veel hoger zijn dan de kosten van preventief onderhoud.

Preventief onderhoud

Preventief onderhoud kan verder worden onderverdeeld in tijds-, gebruiks-, belastings- en toestandafhankelijk preventief onderhoud. Tijds-, gebruiks- of belastingsafhankelijk preventief onderhoud wordt uitgevoerd na een vaste leeftijd, gebruiksduur of belasting, zoals bij het ververset van olie bij elke 15.000 km-beurt van een auto. Toestandafhankelijk preventief onderhoud wordt uitgevoerd op basis van het inspecteren van de toestand of conditie van een onderdeel, zoals bij het inspecteren van de toenemende slijtage aan de bodemverdediging van de Stormvloedkering Oosterschelde. In het geval van toestandafhankelijk preventief onderhoud kunnen zich drie mogelijkheden voordoen. Of er hoeft niets te worden gedaan omdat de conditie het preventieve interventieniveau nog niet heeft overschreden, of er moet preventief onderhoud worden uitgevoerd omdat de conditie wel het preventieve interventieniveau, maar nog niet het faalniveau, heeft overschreden, of er moet correctief onderhoud worden uitgevoerd als gevolg van falen omdat de conditie het fysiek- of normfaalniveau heeft bereikt.



De jaarlijkse onderhoudskosten voor kunstwerken zullen in 2040 naar verwachting 400 miljoen gulden gaan bedragen.

Onderhoudskosten

Het preventieve interventieniveau kan worden bepaald door een risico-afweging op basis van kosten. Onderhoud tegen minimale kosten komt dan neer op het vinden van een optimale balans tussen de

kosten van preventief onderhoud enerzijds en de kosten van correctief onderhoud anderzijds. Wiskundige onderhoudsoptimalisatiemodellen kunnen de beheerder hierbij van dienst zijn.

De kosten van onderhoud kunnen veelal worden onderverdeeld in de directe vervangingskosten van een onderdeel en de indirecte maatschappelijke gevolgkosten ten gevolge van functieverlies, zoals een scheepvaartstremming door onderhoud aan of falen van een sluis.

Bij de vergelijking van onderhoudsstrategieën zijn de onderhoudskosten die op verschillende tijdstippen worden gemaakt van belang. Deze toekomstige kosten moeten dan ook met behulp van een discontovoet worden gekapitaliseerd of gediscoteerd naar de zogenoemde 'contante waarde' van deze kosten in het huidige jaar. Hierbij is de discontovoet meestal gedefinieerd als de rentevoet minus de inflatie. Hoe verder weg in de toekomst bepaalde kosten worden gemaakt, des te kleiner de bijdrage aan de contante waarde en des te minder tellen ze dan mee in een kostenvergelijking. De contante waarde van de verwachte onderhoudskosten is zo van nut bij het optimaal plannen van toekomstig beheer en onderhoud. De som van de gediscoteerde kosten van preventief en correctief onderhoud wordt de Netto-Contante Waarde (NCW) genoemd.

Onzekerheid in de veroudering

Een complicerende factor bij het modelleren van onderhoud is dat het conditieverloop en dus het faaltijdstip onzeker zijn. Hoe de conditie van een onderdeel in de loop der tijd door veroudering achteruit gaat, is immers op voorhand niet te zeggen. Door de onzekerheid in de veroudering te modelleren met behulp van een kans- of frequentieverdeling, kunnen mogelijke variaties in de veroudering expliciet in een onderhoudsmodel worden verwerkt.

Op basis van de onzekerheid in het verwachte verouderingsverloop kan vervolgens worden uitgerekend hoe groot de kans op falen per jaar is, dat wil zeggen hoe groot de kans is dat de conditie in een bepaald jaar het faalniveau bereikt.

Kostenoptimaal interventie-interval

Indien de kosten van correctief onderhoud veel groter zijn dan de kosten van preventief onderhoud is het vanuit kosten oogpunt aantrekkelijk om preventief onderhoud uit te voeren. Er moet dan een optimale balans worden gevonden tussen te veel en te weinig preventief onderhoud. Het optimale interventie-interval is dan het interval waarvoor de Netto-Contante Waarde van de onderhoudskosten uiteindelijk minimaal is.

Als de onzekerheid in de veroudering kleiner is, dan is de onzekerheid in het faaltijdstip geringer. Er kan dan beter preventief onderhoud worden gepland, namelijk vlak vóórdat falen plaatsvindt. Bij een grotere onzekerheid in de veroudering is het aantrekkelijker om eerder tot preventief onderhoud over te gaan.

Indien de kosten van correctief onderhoud vrijwel gelijk zijn aan de kosten van preventief onderhoud kan worden volstaan met storingsafhankelijk correctief onderhoud.

Stand van zaken

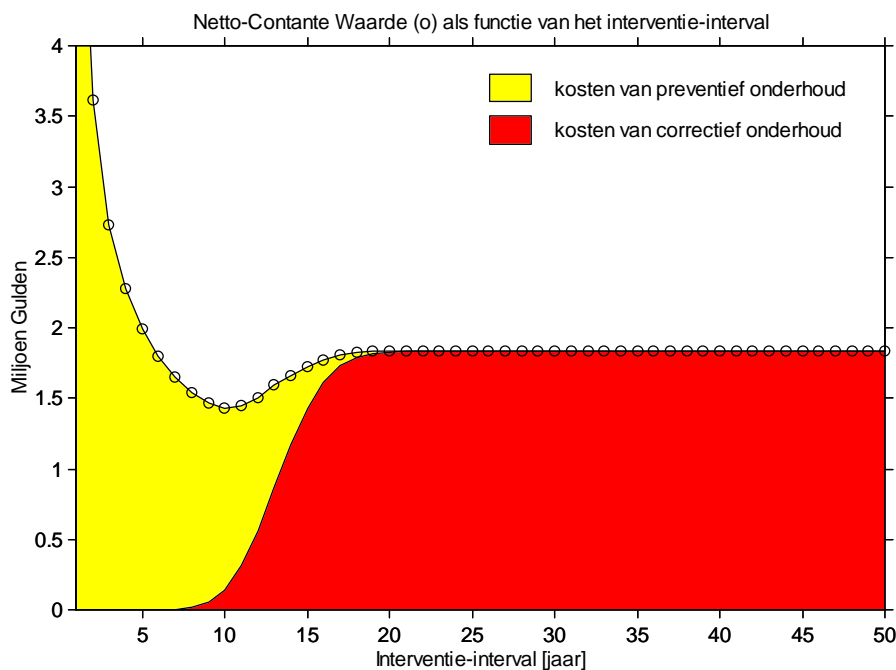
Rijkswaterstaat is nu zo'n vier jaar bezig met het uitwerken en implementeren van de functionele beheer- en onderhoudsfilosofie in het kader van het BeheerPlan Nat. Alle regionale directies stellen nu jaarlijks een BeheerPlan Nat op. Met name op het gebied van de afstemming van de diverse

beleidslijnen en de concretisering daarvan in functie-eisen en samenhangende maatregelen is veel bereikt.

Het verder invulling geven aan de onderbouwing van de instandhoudingsmaatregelen, deels met behulp van risico-afwegingen, zal de komende jaren nog een flinke inspanning vergen. Door middel van het gebruik van onderhoudsmodellen is reeds meer inzicht verkregen in de toekomstig te verwachten onderhoudskosten en de optimalisatie hiervan.

Voorbeeld: De Netto-Contante Waarde van de baggerkosten van een rivierbodem in de voorhaven van een sluiscomplex.

Als vereenvoudigd voorbeeld zal het baggeren van een rivierbodem in de voorhaven van een sluiscomplex worden beschouwd. De belangrijkste functie van deze rivierbodem is de functie hoofdtransportas (scheepvaart). De bodem voldoet aan deze functie als het bodemniveau zodanig diep is dat de scheepvaart niet wordt belemmerd (streefbeeld). Ruwweg kan worden uitgegaan van een faalniveau van circa -1,46 meter NAP en een bodemniveau na baggeren van -2 meter NAP. Aangezien de aanslibbing de grootste bron van onzekerheid is, is het aanslibbingsproces gemodelleerd door middel van een kansverdeling. De verwachte aanslibbing is ongeveer 4 cm per jaar, zodat het verwachte faaltijdstip circa 14 jaar is.



De kosten van preventief onderhoud en eventueel falen kunnen worden opgesplitst in de directe kosten (kosten van het baggeren zelf) en de indirecte kosten (maatschappelijke kosten ten gevolge van baggeren en falen, bijvoorbeeld in de vorm van diepgangsbependingen voor de scheepvaart of mogelijke aanvaringen). De directe kosten van preventief onderhoud zijn gesteld op vaste materieelkosten van 100.000 gulden en variabele kosten van 5 gulden per m^3 zand. De te baggeren oppervlakte van het voorhavengebied is $300.000 m^2$. De indirecte kosten van preventief en correctief onderhoud zijn respectievelijk gelijk aan 150.000 en 900.000 gulden.

De Netto-Contante Waarde van de baggerkosten is berekend op basis van een discontovoet van 5% en is minimaal voor een preventief interventie-interval van 10 jaar. Omdat het verwachte faaltijdstip gelijk is aan 14 jaar hebben we hier dus te maken met preventief onderhoud. Verder is het kostenoptimale preventieve interventieniveau bij benadering gelijk aan het beginniveau van -2 meter NAP plus de verwachte aanslibbing gedurende een interval van 10 jaar, ofwel $-2 + 10 \cdot 0,04 = -1,60$ meter NAP. Dit preventieve interventieniveau betreft een optimale afweging tussen de kosten van preventief baggeren enerzijds en de kosten van correctief baggeren anderzijds. Met behulp van een inspectiemodel kan - naast een kostenoptimaal interventieniveau - overigens ook nog een kostenoptimale inspectiefrequentie worden berekend.